



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2293/93

(51) Int.CI.⁶ : H01Q 19/30

(22) Anmelddatum: 12.11.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1998

(45) Ausgabedatum: 26. 7.1999

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3405879A1 DE 3537233A1 DE 3938512A1 EP 0540899A1

(73) Patentinhaber:

BONEK ERNST DIPL.ING. DR.
A-1040 WIEN (AT).
FUHL JOSEF DIPL.ING. MAG.
A-1040 WIEN (AT).

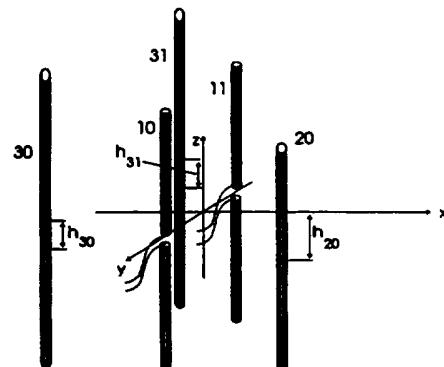
(72) Erfinder:

BONEK ERNST DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).
FUHL JOSEF DIPL.ING. MAG.
WIEN (AT).

(54) ANTENNEN FÜR DIE MOBILKOMMUNIKATION

(57) Eine Antenne für Sender und Empfänger in der Mobilkommunikation (für Basis- und Mobilstation) besteht im wesentlichen aus einer Yagiantenne, wobei zur Beeinflussung der Richtcharakteristik Elemente wahlweise als Erreger, Reflektor oder Direktor (z.B. direkte Speisung, Kurzschluß bzw. Leerlauf der Elemente 10 bzw. 11) geschaltet werden. Dabei ist es möglich, daß einzelne oder mehrere Elemente der Anordnung zur Absenkung der vertikalen Richtcharakteristik in der Höhe zueinander versetzt sind (z.B. der gemeinsame Direktor 20 ist um h_{20} nach unten versetzt, und die Reflektoren 30 und 31 sind um h_{30} bzw. h_{31} nach oben versetzt).

Zur Verschmälerung des vertikalen bzw. horizontalen Richtdiagramms können gleiche Anordnungen über- bzw. nebeneinander angeordnet werden. Die Grundanordnung erlaubt auch, vorhandene leitfähige Strukturen, wie z.B. Antennenmaste oder Gebäudeverkleidungen als die Richtcharakteristik beeinflussende parasitäre Elemente in die Anordnung miteinzubeziehen.



B
AT 405 349

Die Erfindung betrifft eine Sende- und/oder Empfangsantenne für die Mobilkommunikation bestehend aus einer oder mehreren modifizierten Yagiantennen, welche über eine oder mehrere Speiseleitungen mit einem Senderausgang bzw. Empfangereingang verbunden sind.

Antennen sind ein wesentliches Element einer Funkübertragungsstrecke, insbesondere in der Mobilkommunikation. Die Anforderungen an die Antennen auf der Basisstation und der Mobilstation, insbesondere den Handfunktelefonen sind in bezug auf geringe Kosten sowie einfacher und modularer Aufbau gleich.

Bei Basisstationsantennen kann ein etwas größerer Aufwand betrieben werden, jedoch ergibt sich für Netzbetreiber die Notwendigkeit, kommerziell gefertigte Antennen vor Ort und nachträglich an die gewünschten Versorgungsgebiete anpassen zu können. Das kann in einer Horizontalschwenkung der Richtcharakteristik, in einer Absenkung der Vertikalcharakteristik, in der Unterdrückung von Nebenkeulen oder der Verbesserung des Vor-Rück-Verhältnisses liegen, jedenfalls in einer nachträglichen Formung. Bei tragbaren Handfunktelefonen wiederum wird in Hinkunft das Hauptaugenmerk darauf liegen müssen, das Richtdiagramm vom Körper des Benutzers abzuwenden, sei es um wertvolle Hochfrequenzleistung zu sparen, sei es, um die Bestrahlung des Körpers zu minimieren oder sei es, dem Effekt der Abschattung durch den Körper aus dem Wege zu gehen. Wenn auch für Basisstationsantennen gültig, so gilt es insbesondere bei Mobilstationsantennen, Platz und Kosten zu sparen. Rundstrahlende Antennen oder Sektorantennen für Basisstationen werden zum Beispiel in den Antennenkatalogen der Firma Kathrein, Antennas for Communications Equipment, 790 - 960 MHz, 7/89 und der Firma Huber + Suhner, Provisional Data Sheet 08.92 beschrieben. Ihnen zugrunde liegt die Theorie der Gruppenantennen, mit vorwiegend direkt gespeisten Elementen, wie sie z.B. in dem Buch Antenna Theory and Design, von Warren L. Stutzman und Gary A. Thiele, John Wiley & Sons, 1981 beschrieben sind. Solche kommerziell erhältlichen Antennenanordnungen sind groß und schwer, vor allem aber ist ihre Richtcharakteristik vor Ort nicht mehr veränderbar. Sie können zwar mit einer Absenkung des Vertikaldiagramms von einigen Grad bestellt werden, doch ist diese Einstellung fix. Eine Absenkung des Richtdiagramms durch mechanische Mittel ist nur schwierig aufgrund der schweren Gesamtantenne durchzuführen, von ästhetischen Nachteilen abgesehen. In der Druckschrift von Yamada, Y., Kijima, M. und Kimura, H., A wide-band and slender base-station antenna for mobile radio, erschienen in IEEE Antennas and Propagation Society, Chicago, IL(1992) 1057-1060, wird eine Mobilfunkantenne beschrieben, bei der eine Veränderung des Vertikaldiagramms durch variable Längen einer oder mehrerer Speiseleitungen verändert werden kann. Diese Antennen sind jedoch sehr voluminös und aufgrund ihrer Größe nicht mechanisch schwenkbar.

Die einzelnen Elemente von Antennengruppen sind nicht einfach direkt über Leitungen anzuspeisen. Die Yagistruktur mit parasitären Elementen, wie sie z.B. von Ehrenspeck und Pöhler in Eine neue Methode zur Erzielung des größten Gewinns bei Yagi-Antennen, NTF 12 - 1958, Seiten 47-54, beschrieben worden ist, umgeht dieses Problem in eleganter Weise durch Strahlungsspeisung. Dort wird eine Yagistruktur als "ein aus zwei Teilen bestehendes Gebilde, aus der Kombination Erreger-Reflektor und aus der Reihe der Wellenrichterelemente" betrachtet.

Basisstationsantennen mit einem Erreger und mehreren von ihm angespeisten YAGI-Antennen sind in der Offenlegungsschrift DE-A1-3 405 879 (Bundespost) beschrieben. Das vorgestellte Konzept dient zur Herstellung von Sektorantennen, benötigt einen fixen, mehrere Wellenlängen großen, flächenhaften Reflektor und ist nicht adaptiv, d. h. das Diagramm kann vor Ort nicht mehr verändert werden.

Eine mechanisch drehbare Empfangsantenne ist beispielsweise in der Offenlegungsschrift DE-A1-3 938 512 (SEL) beschrieben, doch sind Drehständer für Basisstationen im Mobilfunk ungeeignet.

In der europäischen Patentanmeldung EP-A1-540 899 (Televes) wird erwähnt, daß ein Reflektor einer YAGI-Antenne eine doppelte Funktion erfüllen kann. Und zwar ist er zu gleich Dipol einer VHF Antenne und Reflektor einer UHF Antenne. Dieses Prinzip funktioniert jedoch nur, wenn die Umschaltung zwischen 2 Frequenzen von höchst unterschiedlicher Wellenlänge durchgeführt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Kosten für Antennen auf Basisstationen und Mobilstationen zu minimieren, die Windlast herabzusetzen, ein möglichst kleines Volumen für die Antennen vorzusehen und vor allem die Richtcharakteristik der Antennen vor Ort und nachträglich zu formen. Diese Beeinflussung kann in einer Schwenkung der Hauptkeule im Horizontaldiagramm in einer Absenkung der Hauptkeule des Vertikaldiagramms, in einer Unterdrückung von Nebenkeulen und in einer Verbesserung des Vor-Rück-Verhältnisses von Antennen liegen.

Die ersten beiden Punkte werden dadurch erreicht, daß einfache Yagiantennenelemente als Ausgangspunkt der Konstruktion dienen. Die Aufgabe der Erfindung wird gem. 1 dadurch gelöst, daß zur Beeinflussung der Richtcharakteristik einzelne Elemente wahlweise als gespeistes Element (Erreger), als Reflektor (kurgeschlossenes parasitäres Element) oder als Direktor (leerlaufendes parasitäres Element) geschaltet werden. Eine Umschaltung von Leerlauf auf Kurzschluß, beispielsweise durch eine Unterbrechung der Speiseleitung in einem Abstand von $\lambda/4$ oder $\lambda/2$ vom Speisepunkt alleine bewirkt schon eine Schwenkung

des Richtdiagramms, wie Simulationen mit Computerprogrammen überraschenderweise ergaben. Auf diese Art kann aus einem ursprünglich gespeisten Element ein parasitäres Element mit den genannten gewünschten Eigenschaften geschaffen werden. Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, daß parasitäre Elemente gemeinsam für mehrere direkt gespeiste Antennenelemente zugeordnet werden können, so daß mit einer möglichst geringen Anzahl parasitärer Elemente mehrere Yagiantennen gleichsam kombiniert werden können.

Die parasitären Elemente können entweder als Direktoren oder als Reflektoren ausgebildet sein. Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktion ist eine überraschende Erhöhung des Gewinns gegenüber dem bekannten Fall zweier nebeneinander gespeister Elemente, wie ebenfalls durch Computersimulationen 10 gefunden wurde. Werden hingegen, bei gemeinsamen Direktoren, Reflektoren den einzelnen gespeisten Elementen individuell zugeordnet, so kann damit ein im wesentlichen linearer Schwenkbereich der Hauptkeule in Abhängigkeit der relativen Phase der gespeisten Elemente erzielt werden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der leichten Herstellbarkeit können die Einzelemente, seien sie direkt gespeist oder strahlungsgespeist, im wesentlichen die Länge einer halben Wellenlänge der Mittenfrequenz des zu 15 übertragenden Sende-Empfangsbandes haben. Insbesondere ist jedoch eine erfindungsgemäße Ausführung eine solche, daß die direkt gespeisten Elemente unterschiedliche Länge besitzen, und/oder die strahlungsgespeisten Elemente (Direktoren, Reflektoren) eine von im wesentlichen $\lambda/2$ unterschiedliche Länge besitzen sowie untereinander von unterschiedlicher Länge sind. Die Aufgabe der Absenkung des vertikalen 20 Richtdiagramms nachträglich und vor Ort wird dadurch erreicht, daß einzelne oder mehrere Elemente der Anordnung in der Höhe zueinander versetzt angeordnet sind. Zur Verbesserung der Richtcharakteristik, in vertikaler oder horizontaler Richtung können im wesentlichen gleiche Anordnungen wie bisher beschrieben über- bzw. nebeneinander angeordnet werden. Die Aufgabe der Kosten- und Platzersparnis kann unter anderem dadurch erreicht werden, daß die Speiseleitungen innerhalb bzw. hinter den als Reflektoren 25 wirkenden parasitären Elementen geführt werden. Die Optimierung des Antennendiagramms vor Ort wurde in der Vergangenheit durch die unvermeidliche Einbeziehung von Gebäude- und Metallstrukturen erschwert. Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß vorhandene leitfähige Strukturen, wie z.B. Antennenmasten oder Gebäudeverkleidungen als die Richtcharakteristik beeinflussende parasitäre Elemente in die Anordnung einbezogen werden.

Die Erfindung wird anhand von fünf Ausführungsbeispielen und von Zeichnungen näher erläutert. Es 30 zeigen:

- Fig. 1 eine Darstellung eines einfachen Ausführungsbeispiels mit einem strahlungsgespeisten Direktor,
- Fig.2 eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels mit individuell den direkt gespeisten Elementen zugeordneten Reflektoren,
- Fig.3 ein Ausführungsbeispiel mit einem gemeinsamen Reflektor,
- Fig.4 ein Ausführungsbeispiel mit mehreren Reflektoren, die mehreren direkt gespeisten Elementen zugeordnet sind und
- Fig.5 ein Ausführungsbeispiel mit in der Höhe zueinander versetzten Elementen.
- Fig.6 die drei wesentlichen Schnitte durch die Richtcharakteristik nach Fig.2 bzw. Fig. 5

In den folgenden Ausführungsbeispielen werden Antennen beschrieben, die aufgrund ihrer Bandbreite 40 entweder als Basisstationsantennen oder als Mobilstationsantennen für das paneuropäische digitale Mobilkommunikationssystem GSM verwendbar sind. Durch einfache Skalierung der Frequenz in den Frequenzbereich um 2 GHz für Funkdienste wie beispielsweise DECT (Digital European Cordless Telecommunications) und UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) können die Antennen auch für künftige "Personal Communications"-Systeme mit Vorteil verwendet werden. Die kleinere Wellenlänge lässt die Vorteile der 45 Erfindung noch stärker zur Wirkung kommen, nämlich Kosten- und Platzersparnis sowie Veränderbarkeit des Richtdiagramms vor Ort. Der Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels ist in Fig.1 dargestellt. Die beiden Elemente 10, 11 sind direkt gespeist und befinden sich im Abstand d_{1011} voneinander. Ein strahlungsgekoppeltes, als Direktor wirkendes Element 20 befindet sich im Abstand d_{1020} vom Element 10 und im Abstand d_{1120} vom Element 11, wobei jede Einzelanordnung aus direkt gespeistem und strahlungsgekoppeltem Element auf maximalen Gewinn abgestimmt ist. Der Abstand d_{1011} ist so bemessen, daß die 50 Gesamtanordnung maximalen Gewinn aufweist und liegt im allgemeinen zwischen 0.02λ und 0.25λ , vorzugsweise aber bei 0.18λ . Das parasitäre Element 20 ist elektrisch gleichermaßen den gespeisten Elementen 10 und 11 zugeordnet und erhöht den Gewinn der Anordnung beträchtlich, wie durch Computersimulationen gefunden wurde. Die Abstände d_{1020} und d_{1120} liegen im allgemeinen in der Größe zwischen 0.05 λ und 0.2 λ , vorzugsweise aber in der Größenordnung von 0.15λ . Der Abstand d_{1011} liegt in einer Entfernung von 0.1λ bis 0.4λ , vorzugsweise jedoch 0.2λ .

In Fig.2 sind zusätzlich zu den Elementen der Fig.1 Reflektoren 30 und 31 vorgesehen, die sich im Abstand d_{1030} vom Element 10 bzw. Abstand d_{1131} vom Element 11 befinden. Durch die individuelle

Zuordnung eines als Reflektor wirkenden Elementes (30,31) zu einem direkt gespeisten Element (10,11) und der gemeinsamen Zuordnung des Direktors 20 kann überraschenderweise ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen dem Schwenkwinkel der Hauptkeule des Horizontaldiagramms mit dem Phasenunterschied der Speiseströme für die Elemente 10 und 11 erzielt werden. Die Abstände d_{1030} und d_{1131} liegen 5 in der Größenordnung von 0.1λ bis 0.3λ , vorzugsweise jedoch 0.2λ .

Eine besonders kosten- und platzsparende Ausführungsform ist in Fig.3 dargestellt. Als gemeinsamer Reflektor dient das in der Mittelebene zwischen den Elementen 10 und 11 liegende Element 40 im Abstand d_{40} von der Mittellinie, die die Mitten der Elemente 10 und 11 verbindet. Diese Anordnung liefert wesentlich höhere Vor-Rück-Verhältnisse als die bisher beschriebenen, was besonders für freistehende Sektorantennen von Vorteil ist. Der Abstand d_{40} liegt im Bereich zwischen 0 und 0.15λ , vorzugsweise jedoch bei 0.1λ . 10

Zur Erhöhung der nutzbaren Bandbreite der Anordnung ist in dem Ausführungsbeispiel der Fig.4 eine Reflektoranordnung mit zwei strahlungs-gespeisten Elementen 41 und 42 gezeigt, welche in der Mittelebene zwischen den Elementen 10 und 11 liegen. Der Abstand d_{41} vom ersten Reflektor zur Verbindungsleitung 15 zwischen den Mitten der direkt gespeisten Elemente 10 und 11 liegt zwischen 0 und 0.15λ , vorzugsweise jedoch bei 0.1λ . Der gegenseitige Abstand der beiden Reflektoren d_{4142} liegt im Bereich 0.025λ bis 0.1λ , vorzugsweise jedoch bei 0.033λ . Zur Erhöhung der Bandbreite ist die Länge der Elemente 41, und 42 unterschiedlich groß gewählt. Um beispielsweise das gesamte Sende- und Empfangsbands von GSM (890 bis 20 960MHz) zu überdecken, ist die optimale Länge des Elementes 41 im wesentlichen gleich, jedoch etwas größer (0-20%) als es einer halben Wellenlänge bei 890 MHz, also der Banduntergrenze, entspricht, während die Länge des Elements 42 im wesentlichen in der Größenordnung der halben Wellenlänge bei 960 MHz, also der oberen Bandgrenze, liegt.

Fig.5 zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Absenkung des vertikalen Richtdiagramms. Fig.5 ähnelt im wesentlichen Fig.2 und weist auch die gleichen Vorteile auf, doch ist das strahlungsgespeiste, als Direktor wirkende Element 20 um die Höhe h_{20} gegenüber der Mittelebene der Gesamtanordnung abgesenkt. In gleicher Weise sind die als Reflektoren wirkenden strahlungsgespeisten Elemente 30 und 31 um die Höhen 25 h_{30} und h_{31} gegenüber der Mittelebene nach oben versetzt. Mit dieser Anordnung ist nicht nur eine Absenkung, sondern auch eine Formung des Richtdiagramms möglich. Eine solche Formung kann den Streckendämpfungsunterschied, der für weit entfernte und nah entfernte Stationen gegeben sein kann, ausgleichen. Diese Formung der vertikalen Hauptkeule ist in Fig.6 gezeigt.

Bei jedem der Ausführungsbeispiele nach Fig. 1 bis 5 kann eine Veränderung des horizontalen Richtdiagramms erzielt werden. Ebenso kann in jedem der Ausführungsbeispiele Fig. 1 bis Fig.4 das Vertikaldiagramm nach den Prinzipien von Fig.5 gesenkt werden.

Fig.6 zeigt die drei wesentlichen Schnitte durch die Richtcharakteristik der Anordnung nach Fig.5 bzw. Fig.2 für $h_{20} = h_{30} = h_{31} = 0.18\lambda$ und $f = 925\text{MHz}$. Die Referenzlinie liegt bei 10dBi , die Skalierung entspricht jeweils 35 10 dB. Die strichlierte Linie zeigt die Richtdiagramme für eine Anordnung nach Fig.2, die durchgezogene Linie zeigt die Richtdiagramme für eine Anordnung nach Fig. 5.

Patentansprüche

- 40 1. Sende- und/oder Empfangsantenne für die Mobilkommunikation, bestehend aus einer Yagiantenne mit mehreren parallel zueinander angeordneten, gegebenenfalls außerhalb der Symmetrieachse der Anordnung liegenden Elementen, welche über eine oder mehrere Speiseleitungen mit dem Senderausgang bzw. Empfangereingang verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Beeinflussung der Richtcharakteristik einzelne Elemente (10,11) wahlweise als gespeistes Element (Erreger), als Reflektor (kurzgeschlossenes parasitäres Element) oder als Direktor (leerlaufendes parasitäres Element) geschaltet werden.
2. Sende- und/oder Empfangsantenne nach Anspruch eins, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur ein Element (10 oder 11) direkt gespeist wird und mittels der weiteren strahlungsgespeisten Elemente (11 oder 10, 20, 30, 31, 40, 41, 42), die leerlaufen oder kurzgeschlossen sind, die Hauptkeule der Richtcharakteristik geschwenkt bzw. abgesenkt wird.
- 50 3. Sende- und/oder Empfangsantenne nach Anspruch eins, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein gemeinsamer Direktor (20) für mindestens zwei direkt gespeiste Antennenelemente verwendet wird.
- 55 4. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche eins - drei, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedem direkt gespeisten Element (10, 11) ein eigener Reflektor (30, 31) zugeordnet wird.

AT 405 349 B

5. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein oder mehrere Reflektorelemente (40 bzw. 41, 42) vorhanden sind, die den gespeisten Elementen gemeinsam zugeordnet sind.
- 5 6. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die direkt gespeisten Elemente (10, 11) unterschiedliche Längen haben.
7. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß einzelne oder mehrere Elemente (20, 30, 31) der Anordnung zur Absenkung der vertikalen Richtcharakteristik in der Höhe zueinander versetzt sind.
- 10 8. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß im wesentlich gleiche Anordnungen zur Verschmälerung des vertikalen oder horizontalen Richtdiagramms neben- bzw. übereinander angeordnet werden.
- 15 9. Sende- und oder Empfangsantenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verwendeten Antennenelemente im wesentlichen eine Länge gleich der halben Wellenlänge der Mittenfrequenz des abzustrahlenden bzw. zu empfangenden Frequenzbandes besitzen.
- 20 10. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Speiseleitungen im wesentlichen innerhalb bzw. hinter den als Reflektoren wirkenden parasitären Elementen (30, 31 bzw. 40, 41, 42) geführt werden.
- 25 11. Anordnung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß vorhandene leitfähige Strukturen wie zum Beispiel Antennenmaste oder Gebäudeverkleidungen als die Richtcharakteristik beeinflussende parasitäre Elemente (z.B. anstelle von 40, 41, 42) in die Anordnung einbezogen werden.

30

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

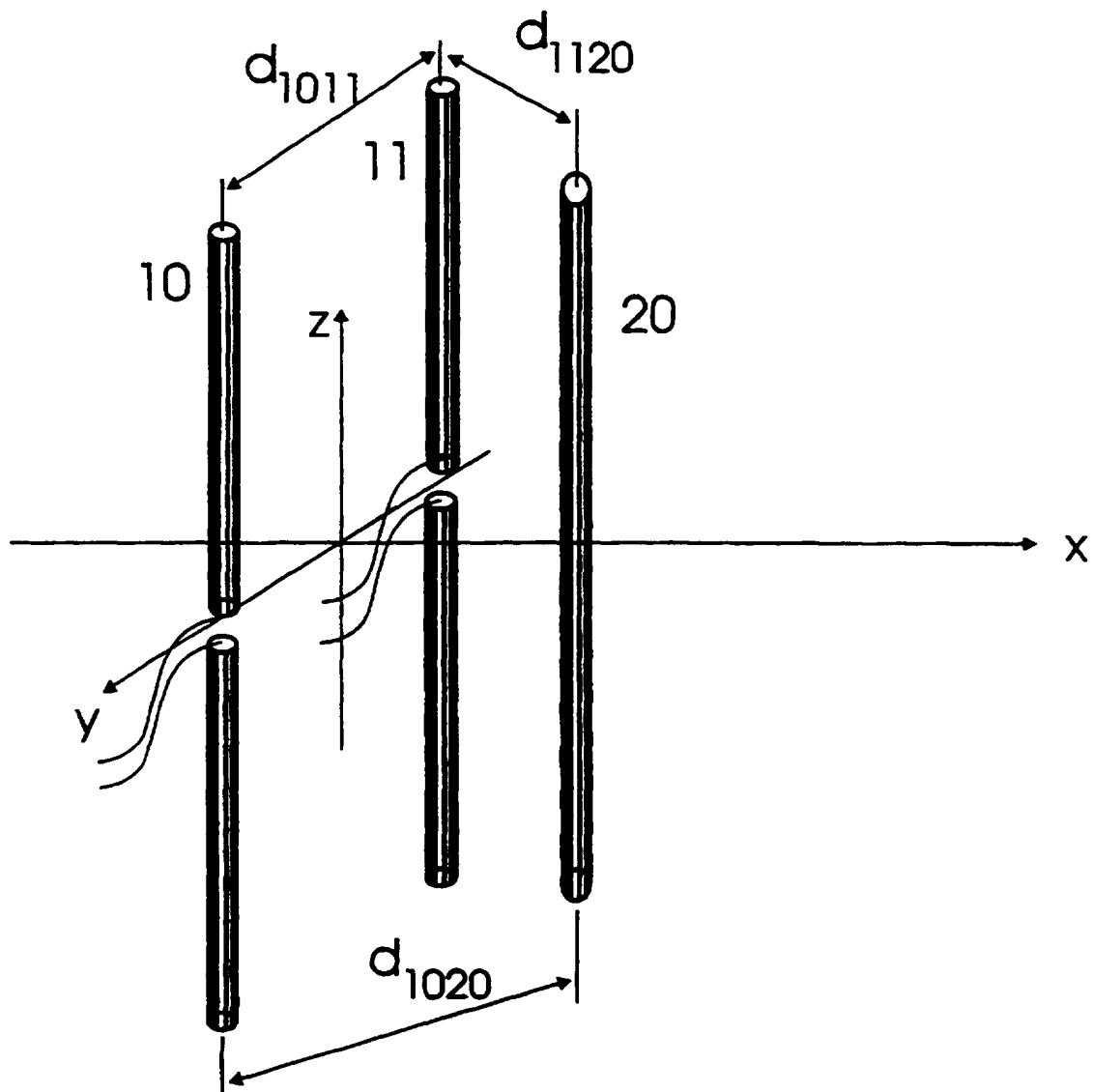
35

40

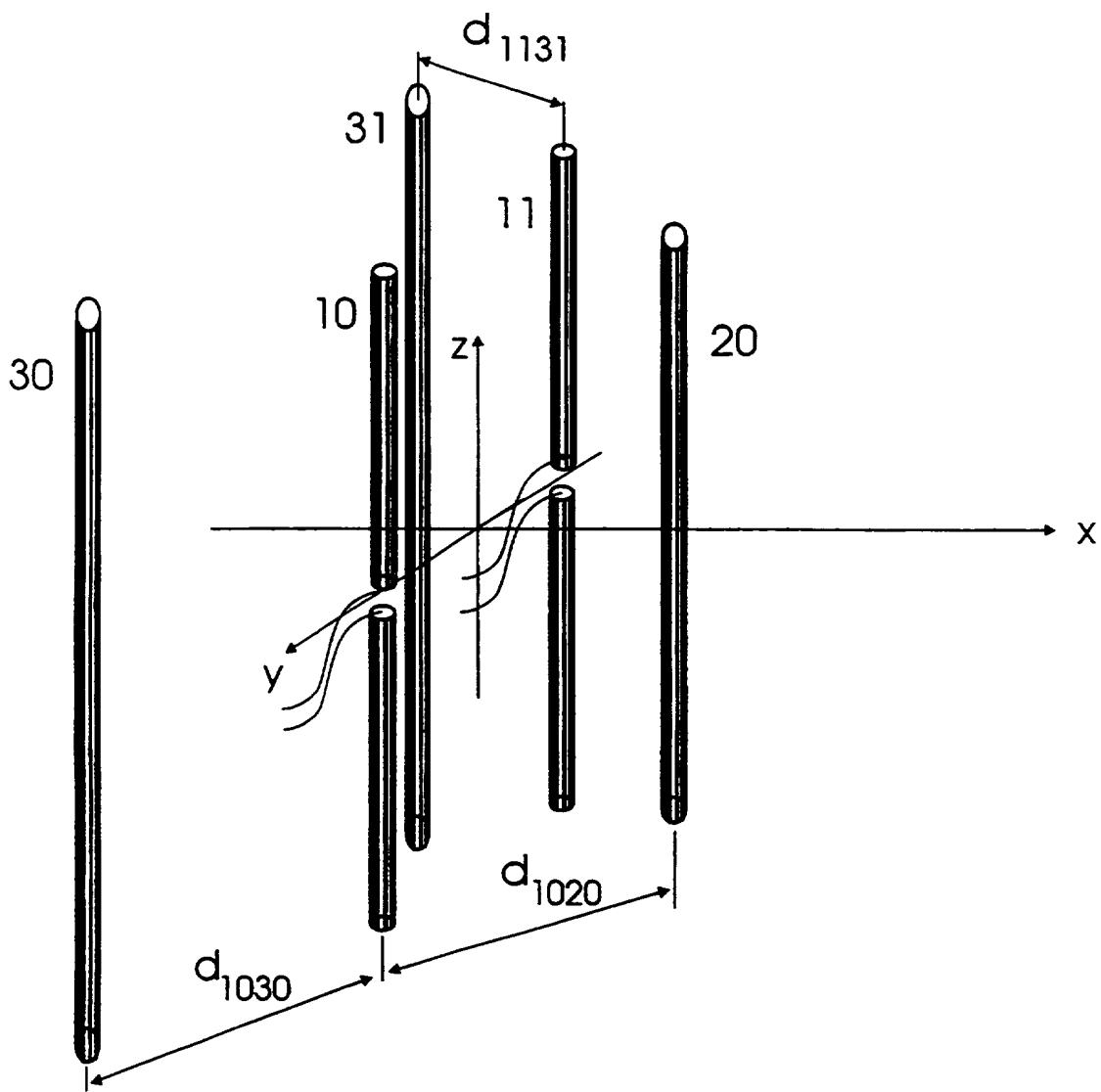
45

50

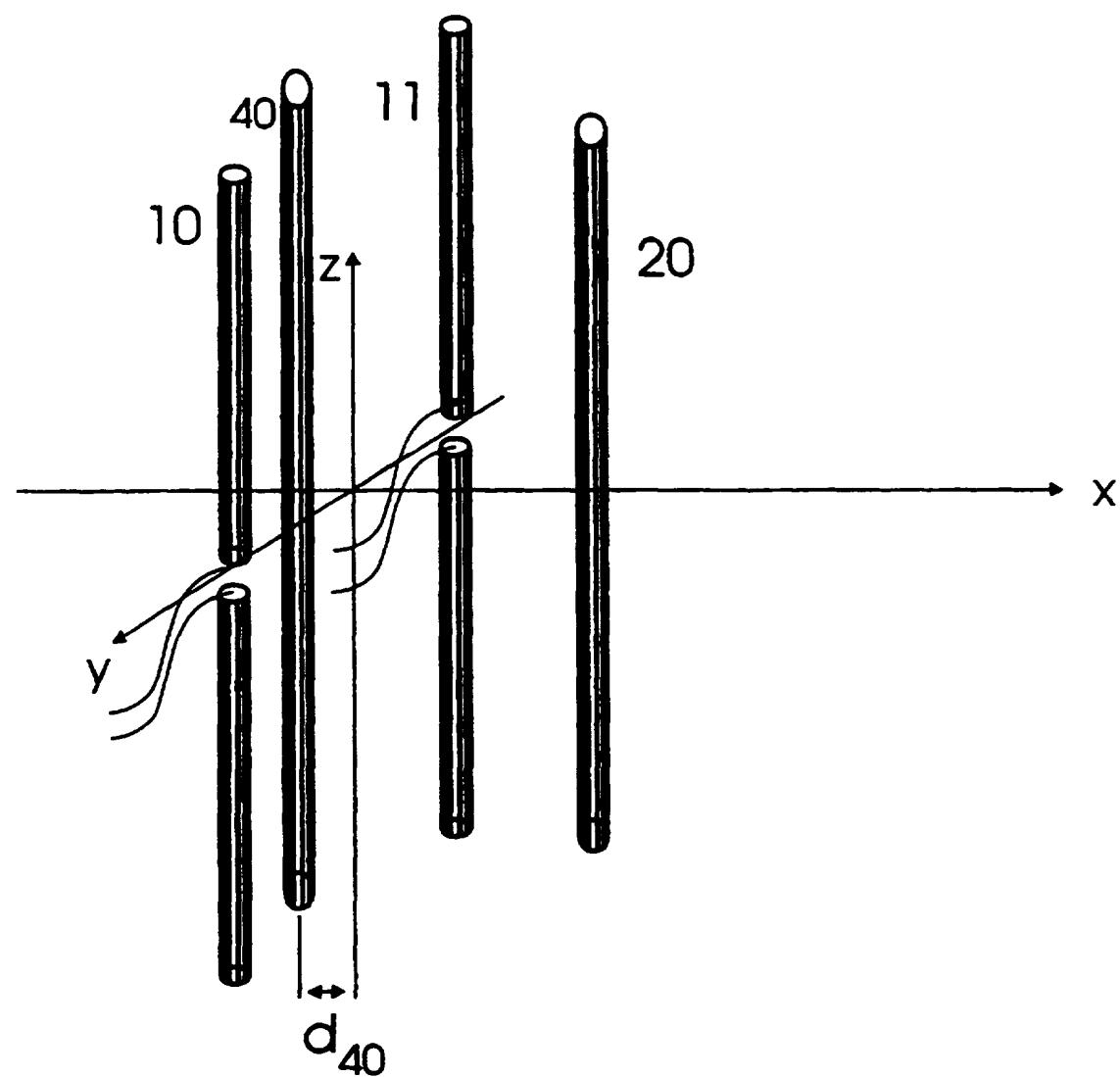
55



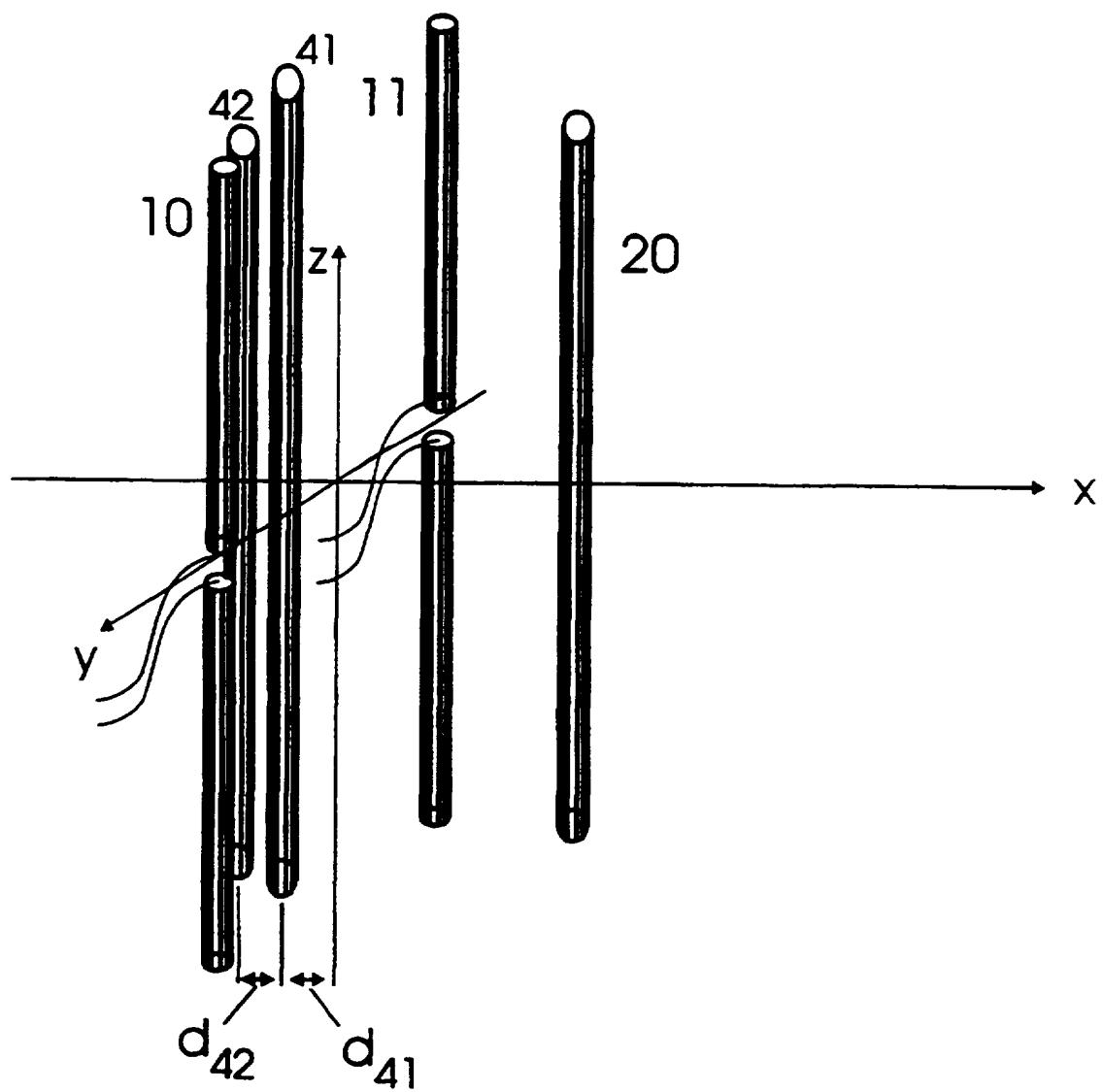
Figur 1



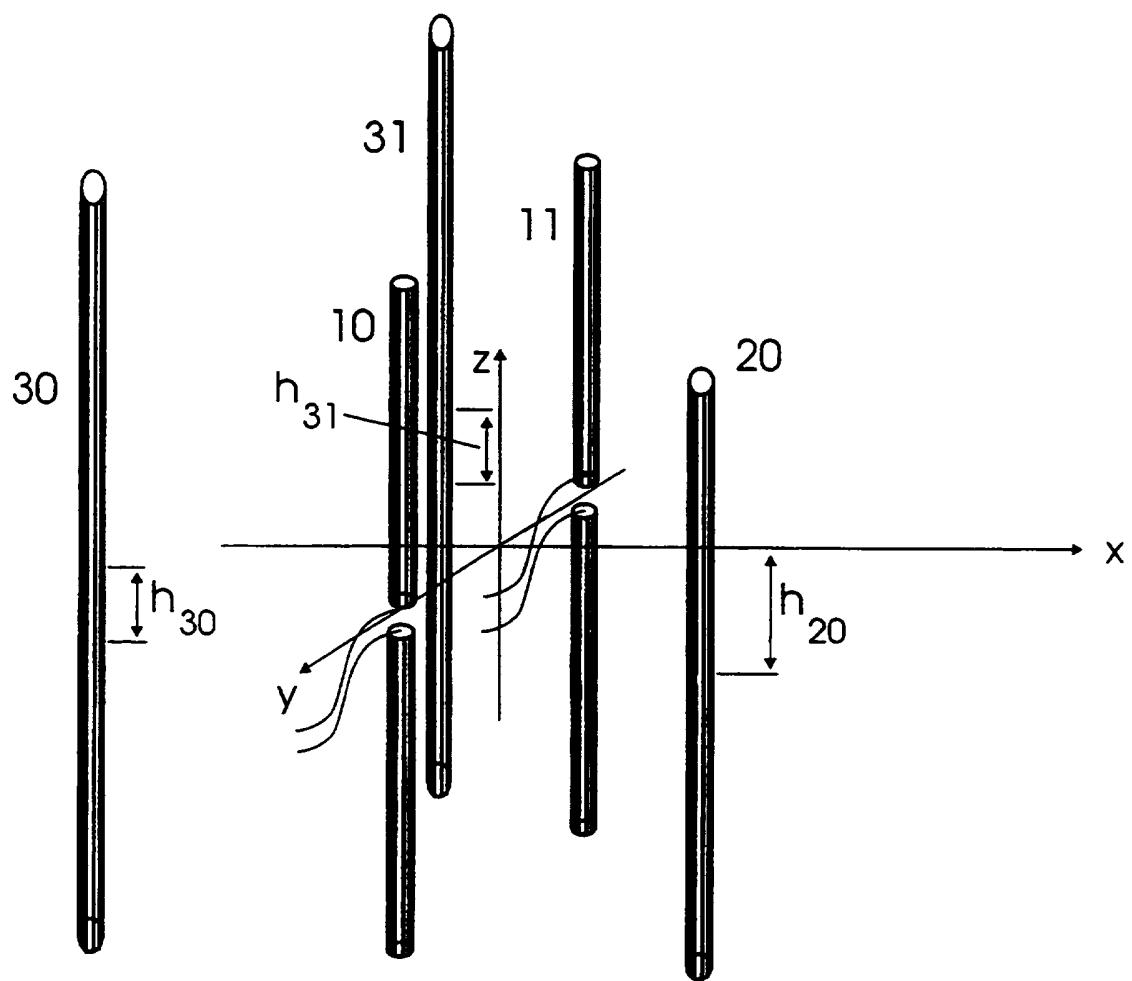
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

$$h_{20} = h_{30} = h_{31} = 0.18\lambda$$

